

# 酸雨与空气中酸碱物质的探讨

牛莉萍， 郑宇秀

(长治市环境监测站， 山西 长治 046000)

**摘要：**阐述了自然活动与人类活动向大气排放污染物的酸碱性及扬尘、沙尘暴与降水的关系，分析了影响降水 pH 值的因素、酸雨形成的原因以及我国酸雨目前的现状，提出了控制酸雨的主要途径。

**关键词：**降水；pH；污染物；酸碱性；酸雨；颗粒物

中图分类号：X517

文献标志码：A

## 1 影响降水 pH 值的因素

一般认为形成酸雨的原因，主要是由于大气中的 SO<sub>2</sub> 所致。SO<sub>2</sub> 排放量越大，地面 SO<sub>2</sub> 浓度就越大，就会形成酸雨、成为酸雨区吗？其实，并非如此，现代工业、农业和交通排放量更大，种类更多的污染物（包括酸碱性物质）且与尘埃一起升到高空，通过扩散、迁移、转化而后重力沉降到地面，或经雨雪冲刷到达地面。自然活动和人类活动向大气排放若干物质，其中有的物质是中性的，如风吹浪沫漂向空中的海盐（NaCl, KCl）等；有的物质是酸性，如 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 及酸性尘埃（火山灰）等可形成酸雨、破坏植被、酸化土壤、水域、造成水生和陆地生态失衡，加速岩石风化和金属腐蚀；有的是碱性的，如 NH<sub>3</sub>，及来自风扫沙漠和碱性土壤扬起的颗粒；有的本身并无酸碱性，但在酸碱物质的迁移转化中可起催化作用，如 CO 和臭氧；降水的 pH 值是它们在雨水冲刷过程中相互作用和彼此中和的结果。

## 2 碱性的土壤扬尘与颗粒物

土地耕作、交通运输、建筑工地会平地扬沙，特别在北方植被发育不全的冬春两季，土地裸露更易引起的扬尘。我国北方土壤含钙的硅酸盐和碳酸盐偏碱性，被风吹起的扬尘也偏碱性，可中和雨中酸性物质；南方土壤偏酸性，扬尘也偏酸性，使雨中酸性物质增加，会促进酸雨。我国北方干旱少雨，多风沙，来自沙漠的沙粒偏碱性，土壤、飘尘也偏碱性，它会中和大气中某些酸性物质。经过监测得知北方雨水含碳酸氢根离子和黏土矿物较多，对酸性物质有较强缓冲能力。这些因素都决定我国北方目前不可能成为酸雨地区，但北方尘埃排放的分布对北方降水的酸碱性起着至关重要作用。

一座城市，半边酸雨，半边碱雨。近年来某城市东部降水呈明显酸性，降水 pH 值最低达到 4.0；而相差仅 4 km 的城市西部，降水呈明显碱性，降 pH 值最高可达 9.89。通过长期

监测和污染源调查，做出了合理的解释：该城市座落于高山环绕的盆地中，降水的酸碱性主要为当地环境污染源所制约。城市东部，是上风向，降水主要受高空大气层积雨层影响，该层含有城市燃煤所排放的酸雨前兆体 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub>，故呈酸性，落地就是酸雨。而城西部，是在下风向，特别是厂矿、企业所排出的碱性粉尘和颗粒物，遇到高山，聚集在西部低空，在降雨过程中被冲刷，各种酸碱物质中和，碱性大于酸性，降水明显呈碱性。此种碱雨还不同于新疆的碱雨，前者仅含碱性颗粒物；而后者是在酸雨的基础上增加碱性粉尘和颗粒物形成的，阴阳离子含量甚高，污染更为严重，治理也就更难。

又经监测发现，一场雨，上半场是中性，下半场是酸性，而且有重复性，经取样研究得知，800 m 至 1 000 m 高空雨云，的确被酸化了，但是在雨云下，有一层碱性颗粒物，来自于化工厂和水泥厂烟囱排放，其质量较重，漂浮在 800 m 下的低空。当开始下雨时，高空酸雨降下时，发生云下洗脱，雨中的酸性物质正与云下的碱性物质中和，落在地面表现为中性；雨继续降落，云下碱性物质其量有限，被洗脱干净或其量较少时，不足以中和酸性，落在地面的雨表现为酸性。同此道理，酸雨地区雨季的头场雨也是常常中性的。

## 3 沙尘暴

我国北方碱性物质“黄沙”来自东亚沙漠（塔克拉玛干，古尔班通古特沙漠，腾格里沙漠和黄土高原等）。黄沙含钙较多，是碱性的，会对空气中的酸性物质起中和作用，因此，中国黄河以北不是酸雨地区。沙尘暴是一种碱性的雨，对北方大气中的酸性物质起中和重要作用。在西北工农业不发达干旱地区，如甘肃的敦煌，内蒙的阿拉善，新疆的和田等地都收集到 pH 值大于 7.0 的碱雨，这些碱雨是雨水冲刷高空沙粒形成的。

## 4 碱性物质 NH<sub>3</sub> 的排放源

碱性物质 NH<sub>3</sub> 主要天然排放源有两个，其一是有机物分解：野生动物或非人工饲养的动物粪便要分解出氮气；其二是森林火灾，树木也含有微量的有机含氮化合物。碱性物质 NH<sub>3</sub> 的人工排放源有 3 个，一是人与家畜粪便分解，二是

收稿日期：2007-08-06

作者简介：牛莉萍（1972—），女，山西壶关人，2005 年毕业于西安建筑科技大学环境工程系，助理工程师。

化肥合成氨生产,跑冒滴漏,三是农田氮肥施用,如施用尿素后,土壤微生物将其转化为铵离子,后者又部分被土壤微生物分解为氨气、逸出,另外部分被土壤微生物转化为硝酸盐。因此,相对城市而言,农村和草场NH<sub>3</sub>排放为高。

相对于“酸雨”而言,科学家把pH值大于7.0的降水叫“碱雨”。从灾害角度而言,碱雨不能与酸雨相比。但从科学角度而言,形成道理是一样的,都是降水在高空中冲刷酸碱物质的结果。与SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>规律有所不同:农村尤其是西部农牧区NH<sub>3</sub>的排放高于某些城市。

实际上,酸雨的形成在高空中是各种酸碱物质相互作用中和的结果;如果酸性物质排放量大,可能在高空雨云中,或在降雨的洗脱过程中,形成酸雨,如果酸碱物质同时排放量大,可能在高空雨云中,或在降雨的洗脱过程中,彼此中和,不会形成酸雨。

## 5 酸雨的形成及防治

酸雨中的酸度主要是由于H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(占65%)和HNO<sub>3</sub>(占30%)引起的。大气中的SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>是形成酸雨的主要物质。它们在空气中氧化剂的作用下形成溶解于雨水的酸。

大气中的硫和氮的氧化物有自然和人为两个来源。SO<sub>2</sub>的自然来源包括微生物活动和火山活动,含盐的海水飞沫也

增加大气中的硫。自然排放大约占大气中全部SO<sub>2</sub>的一半,但由于自然循环过程,自然排放的硫基本上是平衡的。人为排放的硫大部分来自贮存在煤炭、石油、天然气等化石燃料中的硫,在燃烧时以SO<sub>2</sub>形态释放出来,其他一部分来自金属冶炼和硫酸生产过程,产生了全部人为排放的SO<sub>2</sub>的90%。天然和人为来源排放了几乎同样多的氮氧化物。天然来源主要包括闪电、林火、火山活动和土壤中的微生物活动过程,广泛分布在全球,对某一地区的浓度不发生什么影响。人为排放的氮氧化物主要集中于人口密集的地区。机动车排放和电站燃烧化石燃料差不多占氮氧化物人为排放量的75%。据统计,全球每年排放进大气的SO<sub>2</sub>约1亿t,NO<sub>x</sub>约5000万t。

地球大部分地区上空的云水正在变酸,目前我国酸雨正呈急剧蔓延之势,是继欧洲、北美之后世界第三大重酸雨区,我国长江以南、青藏高原以东及四川盆地的广大地区是酸雨最严重的地区,华北、东北的局部地区也出现酸性降水,危害面积已占全国面积的29%左右,其发展速度十分惊人,并继续呈逐年加重的趋势,成为世界上又一大酸雨区。如不加控制,酸雨区的面积将继续扩大,给人类带来的危害也将与日俱增,而碱性主要物质不是人为的,也不是人为可以控制的,酸雨主要是人类生产活动和生活造成的,防治酸雨,最根本的途径是减少人为SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>的排放。

(上接第27页)发挥作用。“污染者付费、治理者受益”的市场化运营理念和措施尚未形成,致使城市废气污染源得不到全面有效的治理。省辖城市由于机动车拥有量迅速增加,机动车尾气污染日趋加重。

### 2.4 环保科技投入不足,制约着治理技术水平的提高

一些急待解决的“热点”“难点”问题,如“焦化废气治理”“投资省、效益好的脱硫技术”等没有得到很好解决。

### 2.5 特殊的地理环境和气象因素影响

我省重点城市基本位于各盆地内,由于盆地特殊的地理位置,周围环境地势均高于城市境内,而且多数城市位于主导风向的下风向区;尤其在采暖期污染物排放量增加的情况下,易形成逆温天气,不利于污染物扩散,加之静风频率较高,降水量较小等气象因素,城市环境空气自净能力较差,在区域环境内容易造成较重的局部污染。

## 3 对策

### 3.1 引进先进技术,加强空气污染防治

继续加大对大气污染治理资金的投入力度,广泛采用先进治理手段,不断提高新老污染源的治理技术水平。加大废气烟尘排放大户的治理,对两控区内的锅炉,应加大执法监督力度,定期考核,积极推行高效燃煤技术、除尘技术、脱硫技术,进一步减少SO<sub>2</sub>的排放量。同时大力推广使用低硫煤集中供热,取缔小锅炉供热。

### 3.2 大力推行清洁生产和环境管理体系认证

将清洁生产和环境管理体系的内容贯穿到企业生产的全过程中,做到从源头、生产过程等全方位预防污染,改变过去尾部治理的老观念。通过实施清洁生产取得减排增效、节能降耗的明显成果。

### 3.3 加强绿化,减少裸露土地的面积,改善城乡生态环境

由于山西省地理条件差,地表植被稀少,冬春季节干旱多风,地表易起扬尘,因此,必须大力开展园林绿化建设,构筑有效的绿色屏障,增加环境空气污染的抵御能力和净化能力。

### 3.4 加强机动车尾气的监督管理

对机动车污染治理技术进行规范化管理,加强对机动车尾气的监督检查,严格控制尾气超标的机动车上路,报废、淘汰落后的老车型机动车。

### 3.5 严格加强对工业污染源的管理

对污染源实行严格管理,才能改善城市环境空气质量。对所有新、改、扩建的建设项目,严格执行环境保护“三同时”管理制度,加大对新建项目的管理审批力度。

### 3.6 加大环保宣传力度,提高全民环境意识

近年来,公众的环保参与意识已得到了明显提高,但离发达国家的水平还差距甚远。必须让市民了解城市的环境质量状况,了解环境保护知识,培养市民树立良好的环境道德观念,增强市民环境无可非议的自觉性,使全省人民共同监督,才能使城市环境保护不断取得新的发展。